

无人机航空摄影测量在河道地形图测绘中的应用

张宁宁¹, 丁旭东¹, 赵 鹏²

(1. 淮安市水勘测设计研究院有限公司, 江苏 淮安 223005;
2. 中科星图科技南京有限公司, 江苏 南京 211111)

摘要: 无人机技术越来越成熟, 被广泛的应用于在电子信息化、数字化、实际测量和地形图测绘。但河道地形图测绘中, 较大的水域面积给空三加密带来了一定困难, 影响着立体模型的恢复与测图精度的提高。以无人机技术在河道地形图测绘中的应用进行相应阐述, 对其作业和关键技术展开讨论, 结合工程实例, 证明其在河道地形图测绘中有很大的应用价值。

关键词: 无人机; 航空摄影; 河道地形图测绘

中图分类号: TV82

文献标识码: B

文章编号: 1007-7839 (2018) 12-0031-04

Application of UAV aerial photogrammetry in river topographic mapping

ZHANG Ningning¹, DING Xudong¹, ZHAO Peng²

(1. Huai'an Surveying and Design Institute of Water Resource Co., Ltd., Huai'an 223005, Jiangsu;
2. China Science Xingtu Technology Nanjing Co., Ltd., Nanjing 211111, Jiangsu)

Abstract: Unmanned aerial vehicle (UAV) technology is becoming more and more mature, which is widely used in the field of electronic information, digitization, actual measurement and topographic mapping. However, in river topographic mapping, the large water area had brought some difficulties to the three-dimensional triangulation, which affected the restoration of the three-dimensional model and the improvement of mapping accuracy. The application of UAV technology in river topographic map surveying and mapping was expounded, and the operation and key technologies were discussed. Thus, it proved that the UAV technology had great application value in river topographic map surveying and mapping combined with engineering examples.

Key words: unmanned aerial vehicle (UAV); aerial photography; river topographic mapping

0 引言

无人机航空摄影测量主要通过遥感技术对无人机进行控制操作, 利用无人机在飞行的过程中飞到需要测量的地域, 通过遥控无人机的摄像机来拍摄、测量地面所需要测量的物体, 从而达到航空拍摄测量的目的^[1]。无人机航摄系统基本构成包括: 飞行平台、飞行导航与控制系统、地面

监控系统、任务设备、数据传输系统、发射与回收系统、地面保障设备。伴随着该项技术的日益成熟, 无人机航空摄影测量从最初在工程测量上的应用发展到现阶段, 其在各领域内的电子信息化、数字化、实际测量和地形图测绘中已经有了越来越广泛的应用^[2]。该技术运行成本低、外业速度快、执行任务灵活性高、地形地貌对于生产作业影响因素小^[3], 能在短时间内获得精确的结果, 满足人

收稿日期: 2018-07-14

作者简介: 张宁宁 (1990—), 女, 硕士, 主要从事航空摄影测量工作。

们对于精确绘图的要求。在实际应用中,具有传统航空遥感装置所没有的优势^[4]。所以,利用无人机航空摄影测量技术进行河道地形测量,不仅能降低外业测绘的工作强度,而且能大大缩短成图周期,研究其对河道地形图测绘的应用很有必要。

1 航空摄影测量流程

航空摄影测量方法用于河道地形测量,主要阐述 DLG 成果的生产流程。一般作业步骤为:资料收集、实地踏勘、技术设计书编制、基础控制测量、无人机航空摄影、影像控制测量、空三加密、立体模型数据采集、外业调绘及补测、DLG 成果生成、成果检查与修改、编写技术总结和检测报告、内外业资料整理及成果验收和提交。

2 航空摄影测量关键技术

2.1 影像控制测量

像控点是摄影测量控制加密和测图的基础。因此,野外像控点目标选择的好坏和指示点位的准确程度,直接影响 DLG 成果的精度^[5]。像控点布设为平高点,一般应布设在航向及旁向六片或五片重叠范围内,使布设的像控点尽量公用;像控点应尽量布设在旁向重叠的中线附近。旁向重叠过小,相邻航线像控点不能公用时,应分别布点;当旁向重叠过大使相邻航线的点不能公用时,亦应分别布点。

当像主点或标准点位周围被水域、云影、阴影等覆盖时,则视为主点(或标准点位)落水;如果落水范围的大小和位置尚不影响模型连接,则可按正常航线布点;若主点周围 2.0 cm 范围内均落水,或标准点位附近落水,且离开方位线 2 cm 以外的航向三片重叠范围内选不出连接点,则落水像对应全野外布设平高点。

区域网的图形应成矩形或方形,区域网的大小和像控点的跨度以能够满足空中三角测量精度要求为原则,航向相邻平面控制点间隔基线数可为 8 ~ 10 条,航线跨度是 2 条。

2.2 空三加密

空三加密是摄影测量内业产品生产的第一个步骤,其有效成果精度受很多种因素影响,如 POS 精度、像片质量、匹配策略、控制点量测精度等。

主要问题如下:

(1) 影像预处理。无人机轻巧便携,抗风能力差,搭载的数码相机一般都是非量测相机,容易产生系统畸变差和随机畸变差。空三加密处理前必须消除镜头畸变差。另外,由于航摄仪光学系统固有缺陷,以及大气日照等因素的影响,航线间甚至同一条航带内像片都可能色调不均、明暗不同,空三加密前需要对所有航片进行匀光、匀色处理,以确保整个测区的影像色彩均匀色调一致,明暗适中,这样相对定向时同名点的匹配更加准确^[6]。

(2) 模型连接点的人工干预。Inpho 软件匹配算法是基于特征级和最小二乘匹配的多级影像金字塔匹配算法,其高精度的匹配特征即使在沙漠、森林等纹理比较弱的区域也可以很好地完成匹配工作。但在河道应用方面,会有大面积水域存在,生成连接点后,先通过查看空三结果精度文件剔除残差过大的模型连接点,再检查连接点分布和强度。需特别注意检查水草、船、滩地、树木等特征不明显地物处,其容易产生错误连接点,需删除后手动添加连接点;对于连接点空洞,也需要以立体测量的方式手动增加连接点,补足空洞,以增强测区模型的稳定性和系统的稳定性。至少保证每张影像的标准位置有 6 个以上的模型连接点,对于水面或植被覆盖无法判读的区域可适当放宽连接要求^[7]。

(3) “不可信点”的删除。“不可信点”是在模型匹配时重叠度过少的点。若遇到只有两度重叠的点,因为两度重叠只连接两张像片,可信度不高。因此,在空三加密时建议删去,但是航线头上的两度重叠点要保留。

(4) 控制点立体量测。控制点量测有两种方式:第一种是先通过手工量测测出所有地面控制点,然后执行连接点自动提取;第二种是在自动提取连接点和后处理后再进行量测控制点。通过多次试验比较,在作业过程中选择“先刺点后连接”,即第一种的方式进行。

(5) 空三精度检查。连接点自动匹配完成后,需要通过空三平差结果文件查看模型连接点精度和控制点的平差精度。但空三平差结果会受到平差参数设置的影响,还需在立体环境下检查空三精度。比较高效的空三精度立体检查方法是按照测区模型连接点是否存在整体性上浮或下沉、立体模型是否存在视差、控制点是否在准确的点位上、

相邻测区空三接边精度是否超限的顺序进行立体检查。如果空三平差结果报告不符合精度要求, 则表明空三加密精度超限, 则不需要再进行后续立体检查; 否则, 逐一进行所有检查项检查, 直至所有检查项全部满足空三加密精度要求。

2.3 DLG 立体采集、调绘及补测、编辑

(1) DLG 立体采集一般利用航天远景 Mapmatrix 软件对 Inpho 软件生成的空三加密成果进行立体测图。内业应全部采集能够准确判读的地物、地貌要素, 对不能准确判读的要素应尽量准确采集, 并做出标记、由调绘确定。所采集要素要确保其几何类型和空间拓扑关系正确。按立体模型测图范围采集的数据, 应先相互拼接, 再按标准图幅范围进行数据裁切。立体测图数据应先经检查再提供调绘使用。提供给调绘使用的成果或数据中, 要素的符号、颜色和注记设置应以方便调绘人员准确判读为原则。

(2) DLG 外业调绘及补测应根据调绘计划, 坚持“走到、看到、量到、问清、绘准”原则, 做到判读准确、描绘清楚、符号运用恰当、各种注记准确

调绘成果进行要素数据的图形编辑、属性录入, 图幅接边形成非符号化数据, 非符号化数据通过检查后配置符号、注记进行符号化处理及图廓整饰, 形成符号化数据。全面检查和修改各类定位错误、遗漏、拓扑错误、图层错误、属性错误、要素关系错误、几何图形问题等错、漏错误。

3 工程实例

本文选取淮沭河(钱集闸附近)1 km 河段为例, 浅谈无人机在河道地形图测绘中的应用。测图范围为: 以钱集闸为中心, 淮沭河上下游各 500 m, 左右岸各 200 m; 比例尺为 1:1000。项目采用电动固定翼智能鸟 KC1600 型无人机, 无人机配备惯性导航系统配合差分定位系统, 可以精确获取摄影瞬间摄影中心位置参数和影像姿态参数。采用 Sony A7R 微单相机作为航摄相机, 像幅为 7360 像素 \times 4912 像素, 像元大小为 4.88 μm , 焦距为 35 mm。通过无人机航摄获取 84 张像片。采用区域网布点方法布设像控点 22 个, 如图 1 所示。

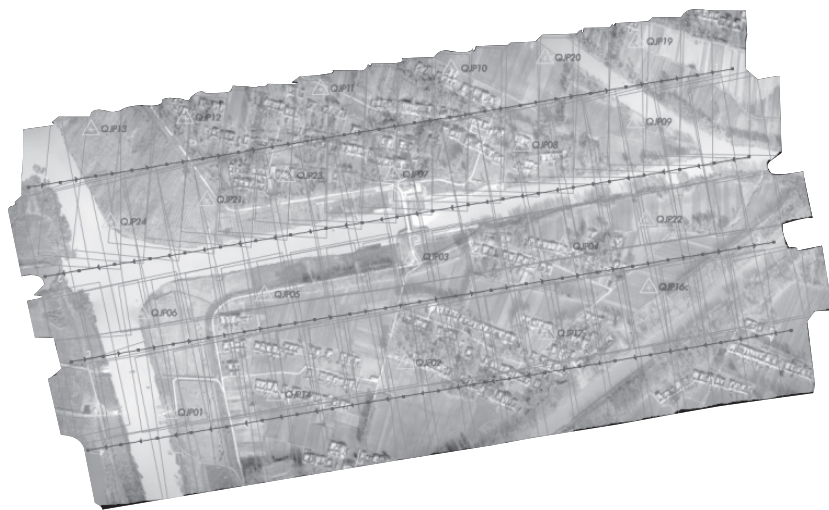


图 1 像控点布设图

无误; 应对已有数据进行实地核查, 对错、漏等进行修改和补充; 记录内业无法获取的地理名称; 补测立体测图无法或不能准确采集的要素。应特别注意与水利有关的建筑物和构筑物等, 如水闸要注意调绘上下游和闸底板高程等; 涵洞要调绘出涵洞大小和底高等; 河道应注意里程桩和跨河设施等。当立体测图无法达到高程注记点高程精度要求时, 应野外实测足够的高程注记点。

(3) DLG 数据编辑主要是依据立体测图成果、

利用 Inpho 软件进行空三加密, 控制点平差结果见表 1。

表 1 控制点平差结果表

	X (m)	Y (m)	Z (m)
RMS	0.045	0.037	0.001
Max	0.088	0.085	0.002
Min	0.005	0.002	0.000
点数	22	22	22

